

# FOTOCATALIZADORES HÍBRIDOS TiO<sub>2</sub>-CARBÓN PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN FASE LÍQUIDA

*A. Amorós-Pérez<sup>1</sup>, M.A. Lillo-Ródenas<sup>1</sup>, M.C. Román-Martínez<sup>1</sup>, N. Keller<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Grupo de Materiales Carbonosos y Medioambiente, Dpto. Química Inorgánica e Instituto de Materiales, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante.*

*<sup>2</sup>Institut de Chimie et Procédés pour l'Énergie, l'Environnement et la Santé (ICPEES), University of Strasbourg and CNRS, France*

*ana.amoros@ua.es*

**Palabras clave:** Fotocatalizadores, TiO<sub>2</sub>-CA, ácido acético, diurón.

## Introducción

La preocupación por el agotamiento de los recursos no renovables y la creciente contaminación de las aguas han contribuido al desarrollo de nuevos métodos de producción de energía y eliminación de contaminantes, entre los que destacan aquellos basados en reacciones fotocatalíticas. Uno de los fotocatalizadores más utilizados e investigados es el TiO<sub>2</sub> y se ha encontrado que la combinación de este material con carbón activado (CA) puede mejorar su actividad [1,2]. Por ello, el presente estudio, aborda la preparación de fotocatalizadores híbridos TiO<sub>2</sub>-CA utilizando sacarosa como precursor de carbón. El comportamiento de los fotocatalizadores preparados se estudia en dos reacciones en disolución acuosa de interés medioambiental: 1) la descomposición de ácido acético, un residuo frecuente en distintos efluentes líquidos, para la producción de biogás e hidrógeno y, 2) la descomposición de diurón, un herbicida comúnmente utilizado en la agricultura responsable de la contaminación de las aguas.

## Experimental

Se ha preparado un carbón con morfología esférica mediante síntesis hidrotermal a partir de sacarosa, que se ha activado con CO<sub>2</sub> (80 mL/min, 5 °C/min, 800 °C, 10 h). Los materiales híbridos TiO<sub>2</sub>-CA se han preparado por el método sol-gel usando TTIP como precursor de Ti y añadiendo cantidades conocidas del CA obtenido (para tener muestras con 0, 0.5, 1, 10 % de CA en peso). Tras el secado los catalizadores se someten a un tratamiento térmico en aire en mufla a 450 °C.

Las condiciones de las medidas de actividad catalítica son:

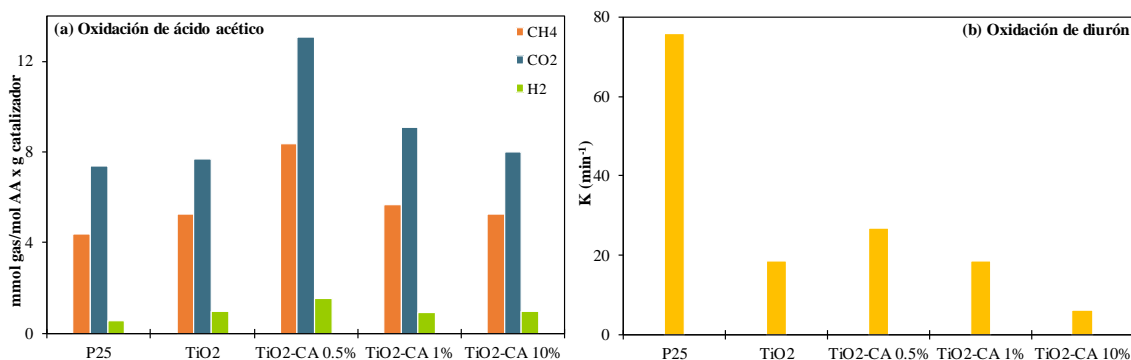
*Oxidación del ácido acético:* 350 mL de ácido acético 1M, 0.35 g de catalizador, temperatura ambiente, 12 h, lámpara de mercurio de 365 nm. Los productos de la reacción, principalmente CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>, se cuantifican mediante espectrometría de masas.

*Degradación oxidativa de diurón:* 100 mL de una disolución de 10 mg/L, 0.1 g de catalizador, cámara solar con lámpara de 340 nm. La evolución de la concentración de diurón con el tiempo se ha determinado mediante espectroscopía UV-vis a diferentes tiempos de reacción. La degradación de éste contaminante es una reacción de pseudo primer orden [3], lo que permite ajustar los resultados experimentales a una ecuación lineal y obtener la constante cinética.

## Resultados y discusión

La Figura 1 muestra la actividad fotocatalítica de las muestras TiO<sub>2</sub>-CA y de P25 (catalizador comercial de referencia) en las reacciones de oxidación de ácido acético (Figura 1.a) y diurón (Figura 1.b). Se observa que, en la oxidación de ácido acético, los

catalizadores preparados son más activos que la titania P25. En cambio, esta muestra comercial es más activa en la degradación de diurón que los materiales sintetizados en este trabajo. Analizando las muestras que contienen CA, en ambas aplicaciones las muestras preparadas con 0.5% de CA son las más activas, y se observa que la presencia de este pequeño porcentaje de carbón mejora la eficiencia de los catalizadores respecto al  $\text{TiO}_2$  sintetizado sin carbón. Puesto que con el tratamiento térmico se elimina la mayor parte del carbón introducido, estos resultados indican que la adición del CA esférico durante la síntesis de la titania tiene un importante efecto en las propiedades del catalizador, de manera que la presencia de una pequeña cantidad durante la síntesis (0.5% en peso) da lugar a una mejora significativa de la actividad. Con cantidades superiores el efecto positivo es menor. Probablemente, la presencia de carbón afecte al desarrollo de los cristales de  $\text{TiO}_2$ , aspecto que se va a abordar como continuación al presente estudio.



**Figura 1.** (a) Cantidades de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$  producidas en la oxidación de ácido acético. (b) Constante cinética de la reacción de oxidación de diurón.

## Conclusiones

En este estudio se ha concluido que la presencia de carbón activado esférico derivado de sacarosa durante la síntesis sol-gel de la titania en fotocatalizadores híbridos  $\text{TiO}_2$ -CA mejora la eficiencia fotocatalítica de los mismos comparado con un material de  $\text{TiO}_2$  puro análogo. Dicha mejora se ha observado tanto para la oxidación de ácido acético como para la degradación oxidativa de diurón. Los mejores resultados se obtienen con la muestra preparada con 0.5% en peso de carbón, siendo destacable que en el caso de la degradación de ácido acético la actividad de esta muestra supera a la de P25.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación económica a los proyectos CTQ2015-66080-R (MINECO/FEDER), PROMETEOII/2014/010 (GV/Feder) y VIGROB-136 (UA).

## Referencias

- [1] M. Ouzzine, A.J. Romero-Anaya, M.A. Lillo-Ródenas, A. Linares-Solano. Spherical activated carbon as an enhanced support for  $\text{TiO}_2$ /AC photocatalysts. Carbon 67 (2014) 104–118.
- [2] R. Kavitha, L.G. Devi. Synergistic effect between carbon dopant in titania lattice and surface carbonaceous species for enhancing the visible light photocatalysis. J. Environ. Chem. Eng. 2 (2014) 857-867.
- [3] N.A Kouamé, D. Robert, V. Keller, N. Keller, C. Pham, P. Nguyen. Preliminary study of the use of  $\beta$ -SiC foam as a photocatalytic support for water treatment. Catal. Today 161 (2011) 3–7.